

? t s13/7/all

13/7/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06426863 **Image available**

PATTERN EVALUATION METHOD WHEREIN CALCULATOR IS USED AND PATTERN GENERATION

PUB. NO.: 2000-012426 [JP 2000012426 A]
PUBLISHED: January 14, 2000 (20000114)
INVENTOR(s): INENAMI RYOICHI
NAKASUGI TETSUO
APPLICANT(s): TOSHIBA CORP
APPL. NO.: 10-171757 [JP 98171757]
FILED: June 18, 1998 (19980618)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize good bond of electron beam and field by calculating storage energy per small region of an *exposure* pattern based on storage energy per division region of a sample and *measuring* a size of arbitrary part based on storage energy whereto a position of two or more small regions is changed and added.

SOLUTION: At first, after a sample formed of resist and a silicon board is divided into mesh three-dimensionally, energy stored in each mesh in resist is calculated. Then, storage energy to each mesh is calculated based on a beam profile obtained by dividing CP patterns 6, 12 extracted from an *exposure* pattern corresponding to mesh. A *resist* *profile* is obtained based on storage energy whereto a shift amount 13 of the CP pattern 6 and the CP pattern 12 is added while being changed. A width of a resist pattern is *measured* based on it. As a result, a range of an allowable shift amount to an irradiation amount is obtained as *exposure* margin.

OPYRIGHT: (C) 2000, JPO

13/7/2

IALOG(R) File 347:JAPIO
c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

6244558

METHOD FOR *FEEDBACK* OF SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING PROCESS

PUB. NO.: 11-186132 [JP 11186132 A]
PUBLISHED: July 09, 1999 (19990709)
INVENTOR(s): SOMEYA ATSUSHI
HIRAI TOSHIYA
APPLICANT(s): SONY CORP
APPL. NO.: 09-351015 [JP 97351015]
FILED: December 19, 1997 (19971219)

ABSTRACT

ROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for *feedback* of the semiconductor device manufacturing process that can improve productivity as well as the device performance due to elements further micromachined and

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-12426

(P2000-12426A)

(43)公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51)Int.Cl.

H 01 L 21/027
G 01 B 15/00
G 03 F 7/20
H 01 L 21/66

識別記号

5 0 4

F I

H 01 L 21/30
G 01 B 15/00
G 03 F 7/20
H 01 L 21/66

テ-マコード(参考)

5 4 1 M 2 F 0 6 7
B 2 H 0 9 7
5 0 4 4 M 1 0 6
J 5 F 0 5 6

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全14頁)

(21)出願番号

特願平10-171757

(22)出願日

平成10年6月18日(1998.6.18)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 稲浪 良市

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 中杉 哲郎

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外3名)

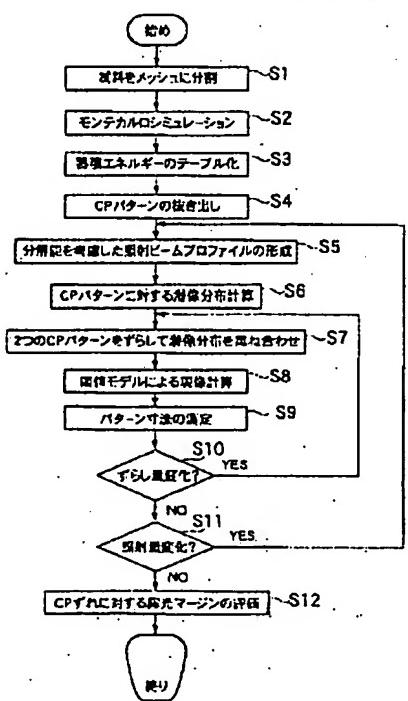
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 計算機を用いたパターン評価方法およびパターン生成方法

(57)【要約】

【課題】 電子ビームのつなぎを考慮した高精度のパターン評価を可能にすること。

【解決手段】 レジストと基板で構成される試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施すことにより蓄積エネルギーのテーブル化を行う。露光パターンから所望のCPパターンを抜き出し、このCPパターンに対する潜像分布計算を前記テーブル化データに基いて行ってから、2つのCPパターンをずらして潜像分布を重ね合わせた後、これを現像計算して計算によるレジストの現像パターンを得、このパターンの寸法を測定することによりCPパターンのすれに対する露光マージンの評価を行う。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レジストおよび基板を含む試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化する過程と、所望の露光パターンを複数の小領域に分割する過程と、前記所望の露光パターンの電子ビームの照射結果として、前記分割された各小領域に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算を前記テーブル化したデータを用いて行なう過程と、少なくとも2つ以上の小領域の位置を変化させて加算し、この加算パターンの蓄積エネルギーを計算する過程と、前記計算されたパターンの蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、この現像計算結果のパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを備えることを特徴とする計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項2】 所望の露光パターンを複数の小領域に分割する過程と、前記所望の露光パターンの電子ビームの照射結果として、前記分割された各小領域に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算をEID関数を用いて行なう過程と、少なくとも2つ以上の小領域の位置を変化させて加算し、この加算パターンの蓄積エネルギーを計算する過程と、前記計算されたパターンの蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、この現像計算結果からパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを備えることを特徴とする計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項3】 前記EID関数は、前記レジストを含む試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化したデータに基いて作成したことを特徴とする請求項2記載のパターン評価方法。

【請求項4】 前記電子ビームの照射量を変化させると共に、前記少なくとも2つ以上の小領域のずらし量を変化させることにより、前記照射量に対して2つの小領域のずれ量の許容範囲を評価することを特徴とする請求項1又は2記載の計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項5】 試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化する過程と、所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算を前記テーブル化データを用いて行なう過程と、前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネ

ルギー計算を行なう過程と、

前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果を設定量ずらして加算する過程と、前記加算された蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、

前記現像計算結果のパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを含むことを特徴とする計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項6】 所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算をEID関数を用いて行なう過程と、

前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、

前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果をずらして加算する過程と、

前記加算された蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、

前記現像計算結果のパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを含むことを特徴とする計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項7】 前記電子ビームの照射量および前記光露光の露光量を変化させると共に、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果のずらし量を変化させることにより、前記電子ビーム照射量および前記光露光の露光量に対して前記電子ビーム露光部と光露光部の許容されるずれ量の範囲を評価することを特徴とする請求項5又は6記載の計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項8】 試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化する過程と、所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、

前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算を前記テーブル化データを用いて行なう過程と、

前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、

前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果を加算する過程と、

前記加算された蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、

前記現像計算結果の光露光部の所望寸法からのずれを測定する過程とを備えたことを特徴とする計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項9】 所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算をE1D関数を用いて行なう過程と、前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果を加算する過程と、前記加算された蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、前記現像計算結果の光露光部の所望寸法からのずれを測定する過程とを備えたことを特徴とする計算機を用いたパターン評価方法。

【請求項10】 前記請求項8およびより求められた現像計算結果の光露光パターンの所望寸法からのずれに基いて光露光用のマスクの寸法補正を行なう過程と、該寸法補正後のマスクを用いた光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、該光露光による蓄積エネルギー計算結果と前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果を加算する過程と、該加算結果の現像計算から得られた光露光部の所望寸法からのずれが所定範囲に収まるまで、前記光露光用のマスクの寸法補正を繰り返し行なう過程とを含むことを特徴とする計算機を用いたパターン生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子ビームリソグラフィ技術を用いた際のショット位置のずれやフィールドつなぎ、同一レジスト層に電子ビーム露光と光露光を用いてパターンを形成する際の、合わせずれや電子ビームによる光露光パターンへの近接効果を評価するための計算機を用いたパターン評価方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電子ビームシミュレータでは、例えば(株)富士総合研究所製の2次元形状シミュレータV.S.-M./E.Bの場合、
 1. 多層基板に対する電子飛跡のモンテカルロシミュレーション
 2. ビーム分解能を考慮した露光パターンに対するレジストの潜像(蓄積エネルギー密度分布)計算
 3. 上記2の結果に基づく現像計算
 4. 現像後のレジストパターンの形状とその寸法測定のような機能を備えている。

【0003】他の例としては、A.Moriwa,H.Yamaguchi,S.Okazakiの"Three-dimensional electron-beam resist profile simulator"Journal of Vacuum Science and Technology B,vol.10 No.6(1992)pp.2771-2775に開発されているような3次元機能を持ったものがある。これ

らは、解像性の解析や、電子ビーム露光特有の問題である近接効果の影響をその計算結果から評価することしかできなかった。

【0004】一方、電子ビーム露光では露光パターンを複数のビーム偏向領域に分割して露光を行うという特徴があり、

1. 電子ビーム露光装置でのビームのショットつなぎ、
2. フィールドつなぎ、

などの解析を行なう必要があった。実際のデバイスプロセスにおいては、これらのつなぎ部分での解像性評価などが重要となる。

【0005】例えばネガレジストで考えた場合、図27(a)で示したビームのショット位置1が重なってすれた場合はつなぎ部分のレジストパターン2は太くなる。また、同図(b)のように、ビームのショット位置1が逆方向にずれた場合、レジストパターン2は細くなる。この現象はフィールドつなぎでも同様に起こり問題になる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の電子ビームシミュレーション技術では、ビームのつなぎに関しては考慮されておらず、実際の露光の際に問題となるパターンのつなぎに関する解析は行なうことができなかった。

【0007】また、従来より使用されているPMMAといったレジストや、近年多く使用されているKrf露光用の化学増感型レジストは、電子ビームおよびKrf光で感光する特性を持つため、同一レジスト層内にKrf露光と電子ビーム露光でパターンを形成することが可能である。

【0008】例えば、比較的大きなパターンをKrfで露光し、微細なパターンを電子ビーム露光で形成すれば、電子ビーム露光の欠点である露光スループットを向上できる上、Krf露光では形成できない微細なパターンを形成することができる。

【0009】このように、同一レジスト層内において光露光と電子ビーム露光でパターンを形成する場合、光と電子ビームの両者による露光の効果、特に電子ビーム露光の際の近接効果が露光を行なったレジストに与える効果、及び露光パターンと電子ビーム露光パターンのずれ量の評価等を事前に計算機上でシミュレーションにより確認することが求められている。しかし、従来より、計算機上で露光シミュレーションを行なう場合には、電子ビーム露光と光露光はそれぞれ個別に計算を行なっていた。このため、従来の露光シミュレータには、同一レジスト層に光露光と電子ビーム露光でパターンを形成する際の評価ができなかった。

【0010】本発明は、上述の如き従来の課題を解決するためになされたもので、その目的は、電子ビームのビームつなぎやフィールドつなぎを考慮した高精度のバタ

ーンを設計するための計算機を用いたパターン評価方法を提供することである。

【0011】また、本発明の別の目的は、同一レジスト層に電子ビーム露光と光露光を用いてパターンを形成する際に、光露光と電子ビーム露光のパターン位置のずれや、電子ビームによる光パターンへの近接効果の影響を評価して精度の高いパターンを得ることができる計算機を用いたパターン評価方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明の特徴は、レジストおよび基板を含む試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化する過程と、所望の露光パターンを複数の小領域に分割する過程と、前記所望の露光パターンの電子ビームの照射結果として、前記分割された各小領域に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算を前記テーブル化したデータを用いて行なう過程と、少なくとも2つ以上の小領域の位置を変化させて加算し、この加算パターンの蓄積エネルギーを計算する過程と、前記計算されたパターンの蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、この現像計算結果のパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを備えたことにある。

【0013】この第1の発明によれば、前記少なくとも2つ以上の近接する小領域が位置ずれにより一部重なったり、あるいは間が空いたりした場合、これら小領域の加算パターンの蓄積エネルギー分布から現像計算して求めた現像パターンの寸法測定を行なうことにより、前記小領域の位置ずれが現像パターンにどのような影響を与えて、その形を所望の形からどの程度変形させるかが分かり、電子ビーム露光による現像パターンの精度を高めるための評価を得ることができる。

【0014】第2の発明の特徴は、所望の露光パターンを複数の小領域に分割する過程と、前記所望の露光パターンの電子ビームの照射結果として、前記分割された各小領域に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算をEID関数を用いて行なう過程と、少なくとも2つ以上の小領域の位置を変化させて加算し、この加算パターンの蓄積エネルギーを計算する過程と、前記計算されたパターンの蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、この現像計算結果からパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを備えたことにある。

【0015】この第2の発明によれば、各小領域に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算をEID関数を用いて行っているため、モンテカルロシミュレーションを一々行う必要がなくなり、シミュレーションをより簡単に行なうことができる。

【0016】第3の発明の特徴は、前記EID関数は、前記試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレー-

ションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化したデータに基いて作成したことにある。

【0017】第4の発明の特徴は、前記電子ビームの照射量を変化させると共に、前記少なくとも2つ以上の小領域のずらし量を変化させることにより、前記照射量に対して2つの小領域のずれ量の許容範囲を評価することにある。

【0018】この第4の発明によれば、前記電子ビームの照射量毎に、現像パターンの許容される変形の範囲内にある2つの小領域のずれを求めて評価することができ、この評価に基いて、精度の高い現像パターンを得ることができる。

【0019】第5の発明の特徴は、試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化する過程と、所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算を前記テーブル化データを用いて行なう過程と、前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果を設定量ずらして加算する過程と、前記加算された両蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、前記現像計算結果のパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを含むことにある。

【0020】この第5の発明によれば、前記2つの近接する電子ビーム露光部と光露光部が位置ずれにより一部重なったり、あるいは間が空いたりした場合、これら電子ビーム露光部と光露光部の加算パターンの蓄積エネルギー分布から現像計算して求めた現像パターンの寸法測定を行なうことにより、電子ビーム露光部と光露光部の位置ずれが現像パターンにどのような影響を与えて、その形を所望の形からどの程度変形させるかが分かり、電子ビーム露光と光露光を同一レジスト層で併用した場合の現像パターンの精度を高めるための評価を得ることができる。

【0021】第6の発明の特徴は、所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算をEID関数を用いて行なう過程と、前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果をずらして加算する過程と、前記加算された両蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、前記現像計算結果のパターンの任意の部分を指定して寸法測定を行なう過程とを含むことある。

【0022】この第6の発明によれば、電子ビーム露光

部に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算をEID閾数を用いているため、モンテカルロシミュレーションを一々行う必要がなくなり、シミュレーションをより簡単に行うことができる。

【0023】第7の発明の特徴は、前記電子ビームの照射量および前記光露光の露光量を変化させると共に、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果のずらし量を変化させることにより、前記電子ビーム照射量および光露光の露光量に対して前記電子ビーム露光部と光露光部の許容されるずれ量の範囲を評価することにある。

【0024】この第7の発明によれば、前記電子ビームの照射量および前記光露光量の露光量毎に、現像パターンの許容される変形の範囲内にある電子ビーム露光部と光露光部のずれを求めて評価することができ、この評価に基いて、精度の高い現像パターンを得ることができる。

【0025】第8の発明の特徴は、試料をメッシュに分割してモンテカルロシミュレーションを施して各メッシュ毎の電子ビームによる蓄積エネルギーを求めてテーブル化する過程と、所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算を前記テーブル化データを用いて行なう過程と、前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果を加算する過程と、前記加算された両蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、前記現像計算結果の光露光部の所望寸法からのずれを測定する過程とを備えたことにある。

【0026】この第8の発明によれば、電子ビーム露光による蓄積エネルギーと光露光による蓄積エネルギーとを加算して、この加算結果から現像計算を行って得た現像パターンの光露光部は、電子ビーム露光による近接効果の影響によって、所望の現像パターンから変形している。従って、光露光部の所望寸法からのずれを測定することにより、電子ビームによる近接効果を評価することができる。

【0027】第9の発明の特徴は、所望の露光パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割する過程と、前記分割された電子ビーム露光部に対して電子ビームの蓄積エネルギー計算をEID閾数を用いて行なう過程と、前記分割された光露光部に対して光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果と前記光露光による蓄積エネルギー計算結果を加算する過程と、前記加算された蓄積エネルギー分布から現像計算を行なう過程と、前記現像計算結果の光露光部の所望寸法からのずれを測定する過程とを備えたことにある。

【0028】この第9の発明によれば、電子ビーム露光部に対する電子ビームによる蓄積エネルギー計算をEID閾数を用いているため、モンテカルロシミュレーションを一々行う必要がなくなり、シミュレーションをより簡単に行うことができる。

【0029】第10の発明の特徴は、前記第8および第9の発明で求められた現像計算結果の光露光パターンの所望寸法からのずれに基いて光露光用のマスクの寸法補正を行なう過程と、この寸法補正後のマスクを用いた光露光による蓄積エネルギー計算を行なう過程と、この光露光による蓄積エネルギー計算結果と前記電子ビーム露光による蓄積エネルギー計算結果を加算する過程と、その加算結果の現像計算から得られた光露光部の所望寸法からのずれが所定範囲に収まるまで、前記光露光用のマスクの寸法補正を繰り返し行なう過程を備えたことにある。

【0030】この第10の発明によれば、電子ビームの近接効果による光露光部の所望寸法からのずれが所定範囲に収まるように前記光露光用のマスクの寸法補正を行うことにより、電子ビームの近接効果の影響を考慮に入れた光露光用のマスクパターンを生成でき、これを用いて、電子ビーム露光と光露光を同一レジスト層で併用した場合の現像パターンの精度が向上される。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本例では、加速電圧が50kV、ビーム電流密度20A/cm²、キャラクタプロジェクトション(CP)方式の電子ビーム露光装置についてのプロセスマージンの評価を実施した。

【0032】ここで、CP方式とは、電子ビーム露光技術において重大な問題となるスループットが小さい点を改善するもので、露光するパターンの中から適当なパターンを抜き出し、予めそのパターンを型どったアバーチャ(CPアバーチャ)を作成し、電子ビーム露光の際に電子ビームをCPアバーチャにより整形して一括露光する方法である。

【0033】この装置のビーム分解能は約75nmで、CPの大きさは1mm角である。この露光方法ではCPつなぎが重要となるため、以下に、計算機上でCPつなぎのすれに対する露光マージンの評価方法について説明を行なう。

【0034】図1は本発明の計算機を用いたパターン評価方法の第1の実施の形態を説明するフローチャートである。

【0035】ここでは、シリコン基板上に厚さ0.5μmのレジストが塗布されている場合について評価を実施した。レジストには化学增幅型ポジレジストを用い、そのベース樹脂、酸発生剤、反応抑制剤、およびそれらの物理的性質は図2、図3の表団に示した通りである。また、図28にこのレジストのドーズ量(図中30)と溶解速

度(図中31)の関係を示した。このレジストの50kVの電子ビーム露光に対する標準的な露光量は $20\mu\text{C}/\text{cm}^2$ である。

【0036】まず、ステップ1にて、図4に示すようなレジスト(4)およびシリコン基板(5)から成る試料をx y z方向に3次元で5nmのメッシュに分割した。

【0037】ステップ2にて、入射電子10万個とし、モンテカルロシミュレーションを実施した。

【0038】ここで、モンテカルロシミュレーションで用いた散乱過程のモデルは以下に述べる如くである。

- ・部分波展開法による弾性散乱
- ・非弾性散乱-内蔵電子励起、偏電子励起、プラズモン励起

また、モンテカルロシミュレーションを行なう際の入力パラメータとして、以下のパラメータを入力した。

- 【0040】・電子ビームの加速電圧：50kV
- ・散乱計算の範囲およびメッシュの大きさ： $30\mu\text{m}$ 角、メッシュ5nm

- ・1次および2次電子の散乱計算打ち切りエネルギー：200eV、50eV

- ・レジストおよび基板の材質

- ・各材質の密度：レジスト1.40g/ cm^3 、シリコン基板2.328g/ cm^3

- ・構成原子の重量分率(図2の表団参照)

- ・原子に関するデータ(図3の表団参照)

- ・レジストの厚さ：0.5μm

【0041】次にステップ3にて、レジスト中の各メッシュに蓄積されるエネルギー(エネルギー0も含む)をテーブルとして保存する。

【0042】ステップ4にて、CPパターンとして0.15μmのライン&スペース(0.15μm-L/S)を考え、これに対して、図5に示すような1μm角のCPパターン6を抜き出した。ここで、図5の7が電子線露光部である。CPパターンの露光には、x方向には0.9μmピッチで、y方向には1.0μmピッチで行なうことになる。

【0043】ステップ5にて、図5に示したCPパターン6を、レジストの表面のメッシュに対応した5nm角のメッシュに分割して、照射電子ビームの分解能と照射量(ドーズ量)を考慮した図6のようなビームプロファイルを形成した。

【0044】ステップ6ではステップ5で形成した照射ビームプロファイルに基づいて、レジスト中のすべてのメッシュに対する蓄積エネルギーを計算した。

【0045】図6はCPパターンのX方向に対する照射ビーム量を示しており、図中9が照射する電子ビームのピーク値であり、図中10はその50%の値である。この50%の部分のビームの幅が希望とするパターンの幅に対応し、今回は0.15μmである。従って、図中8はビームの分解能を示し、ここでの分解能は75nmである。

ある。

【0046】上記したステップ5のような電子ビームの照射結果として、図7に示したような一つのCPパターンに対するレジスト中の蓄積エネルギー分布潜像が得られる。

【0047】ステップ7にて、計算したCPパターン6と隣接するCPパターン12とのつなぎを考慮するため、図8に示すように、CPパターンのずらし量13の値を10nmとし、2つのCPパターンをずらした場合の潜像を図7の潜像の重ね合わせから求めた。但し、ずれ量13は、重なった場合を正の数に、逆に離れた場合を負の数とした。

【0048】ステップ8にて、図8に示した潜像分布から、閾値モデルを使った現像計算を行ない、図9のようなレジストプロファイル14を得た。図中15は2つのCPパターンのつなぎ部分のレジストパターンの幅であり、ステップ9にて、レジストパターンの寸法を測定する。

【0049】ステップ10にて、重なり量13を-50nmから+50nmの間で変化させて、ステップ7～ステップ9を繰り返し、更にステップ11にて、ドーズ量を $10\mu\text{C}/\text{cm}^2$ から $30\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の間で変化させて、ステップ5～ステップ10を繰り返す。その結果として、ステップ12にて、図10に示したようなCPのずれに対する露光マージンの評価を行う。即ち、ある照射量12に対する許容されるずれ量の範囲33(図中上、下の曲線の間)が露光マージンとして求まる。

【0050】本実施の形態によれば、上述のような手法による評価を行なうことにより、露光量とCPパターンのずれとの関係を明確にすることができ、実際の電子ビーム露光装置での露光に対する照射量などのパラメータの設定が容易になり、実験に費やされる時間を短縮することができる。また、計算結果と比較することにより、描画パターン中のCPショットのずれ量の値を相対的に見積もることができるようになり、露光装置の開発や改良に対する指針を与えることができる。

【0051】図11は本発明の計算機を用いたパターン評価方法の第2の実施の形態を説明するフローチャートである。本例は、電子ビーム露光によるレジスト中の蓄積エネルギー分布を第1の実施の形態と異なる別の方法で求めている。

【0052】この方法では、モンテカルロシミュレーションによる電子の一点入射によるエネルギー分布の結果を各座標ごとにテーブルとして使用するのではなく、レジスト表面からのそれぞれの深さにおける蓄積エネルギーの平面分布を図12に示すようなEID関数と呼ばれる2つのガウス分布(21と22)の和(20)にフィッティングし、そのパラメータの値を各深さに対して求めている。

【0053】EID関数で用いられるパラメータは3つ

あり、2つのガウス分布の標準偏差はそれぞれ前方散乱径、後方散乱径と呼ばれ、2つの分布によるエネルギーの比は後方散乱係数と呼ばれている。この方法を用いるためには、モンテカルロシミュレーションを行なった後で、レジスト中にいくつかの深さの平面を設定する必要がある。

【0054】まず、図11のステップ111にて、試料をメッシュに分割した後、ステップ112にてモンテカルロシミュレーションを行なった。ステップ113にて、CPバターンの露光および現像計算を行なう時に考えるレジスト深さの平面を10層とした。つまり、厚さ0.5μmのレジストに対して、50nmに一つの面の割合で計算を行なうことにして、それぞれの平面における一点入射による蓄積エネルギー分布をステップ112の結果から抜き出した。

【0055】次にステップ114にて、上記ステップ113で抜き出した10層の面それれに対して、エネルギー分布を図12に示すようなEID関数にフィッティングし、それぞれの前方散乱径、後方散乱径、および後方散乱係数を求めた。

【0056】ステップ115にて、露光するCPバターンに対して、上記したステップ113で抜き出したそれぞれの面に対して、ステップ114で求めたパラメータを用いて蓄積エネルギー分布を計算した。ステップ116にて、2つのCPバターンをずらして、10層の面に対する潜像の重ね合わせを行なった。

【0057】ステップ117にて、レジストの深さ方向に対して計算した10層分のエネルギー分布を100層分に補間し、閾値モデルによる現像計算を行なった。

【0058】ステップ118にて、第1の実施の形態と同様に、CPバターンのつなぎ部分のレジストバターンの寸法を測定し、CPのずらし量及び電子ビームの照射量を変えて、ステップ115以降の作業を繰り返し行ない、CPのずれに対する露光マージンの評価を行なった。

【0059】本実施の形態によれば、CPバターンの蓄積エネルギー分布をEID関数により求めており、このEID関数は一度モンテカルロシミュレーションを行って、オフラインで求めておけばよいため、CPバターンの蓄積エネルギー分布を容易且つ短時間に求めることができる。他の効果は図1に示した第1の実施の形態と同様である。

【0060】図13は本発明の計算機を用いたバターン評価方法の第3の実施の形態を説明するフローチャートである。本例では、同一レジスト層に電子線とKrf光を用いて露光することにより所望のバターンを形成する場合について評価を行なった。ここでは、以下に示す方法により、光露光バターンと電子ビーム露光バターンとの位置のずれと電子ビームの露光量をパラメータとして評価を行なった。

【0061】この例でも、第1の実施の形態と同様に、シリコン基板上に0.5μmのレジストが塗布されている場合を考え、このレジストは第1の実施の形態と同じ物を用いた。電子ビーム露光装置は第1の実施の形態と同じ物を、光露光には光源がKrFエキシマレーザーで、NAは0.6、φが0.7の装置を想定して計算を行なった。

【0062】まず、ステップ131にて、露光パターンのうち、電子ビームと光露光のパターンの位置のずれによる影響を調べたい部分を抜き出した。このパターンは図14のようになっており、大きな四角形(0.5μm角)と細い線(幅0.1μm、長さ0.3μm)からなっている。

【0063】ステップ132にて、抜き出したパターンのうち、細い線の部分を電子ビーム露光、大きな四角形の部分を光露光で行なうとし、図15のように2つのパターンに分割した。

【0064】ステップ133にて、図15(a)の電子ビーム露光用のパターン23に対し、試料を第1の実施の形態の図4と同様にメッシュに分割し、第1の実施の形態と同様(第1の実施の形態のステップ2及びステップ3)に、モンテカルロシミュレーションを行なった。

【0065】ステップ134にて、電子ビーム露光による蓄積エネルギー分布の計算を第1の実施の形態と同様(第1の実施の形態のステップ6)にして行なった。

【0066】ステップ135にて、ステップ132にて分割した図15(b)の光露光用のパターン24についても、試料を図4に示したようなメッシュに分割した後、光露光による潜像計算を市販の光学像計算ソフトウェアのを用いて行なった。この時の光による露光量は20mJ/cm²で一定とした。

【0067】ステップ136にて、電子ビーム露光と光露光による潜像の重ね合わせを行なう時のずれ量を図16の25に示すように10nmと設定し、ステップ134及びステップ135で計算した2つのエネルギー分布を設定されたずれ量だけずらして足し合わせ、図17に示すような分布26が得られた。

【0068】ステップ137にて、ステップ136で計算したエネルギー分布を持つレジストに対して、第1の実施の形態と同様に閾値モデルを使った現像計算を行ない、図18に示すようなレジスト形状28を得た。

【0069】ステップ138にて、図18のパターンのつなぎ部分27のバターンの幅を測定した。

【0070】ステップ139にて、ずれ量を-50nmから+50nmの間で、10nmずつ変化させ、ステップ136からステップ138を繰り返した。更に、ステップ140にて、電子ビームの照射量を1.0μC/cm²から3.0μC/cm²まで順次変化させて、ステップ134からステップ139を繰り返した。

【0071】その結果、本実施の形態によれば、ステッ

フ14】にて、第1の実施の形態で示した図10と同様の結果が得られ、光露光と電子ビーム露光のパターンのずれ量に関する露光マージンの評価を行なうことができる。

【0072】また、ここでは電子ビームの照射量のみ変化させたが、光露光量あるいは両者を変化させても同様の評価を行なうことができる。

【0073】図19は本発明の計算機を用いたパターン生成方法の第4の実施の形態を説明するフローチャートである。本例は、光露光によるパターンに近接するパターンが電子ビーム露光で形成された時に、光露光により形成されるレジストパターンのサイズが電子ビームを照射した時の後方散乱の影響を受けて変動する現象を、計算機上でのシミュレーションにより確認し、そのパターンサイズの変化から、所望の光露光パターンを得るために必要なマスクの寸法補正を計算により行なうものである。

【0074】まず、ステップ171にて、図20のような同一レジスト層において、光露光による部分と電子ビーム露光による部分からなる露光パターンを抜き出し、ステップ172にて、このパターンを図21(a)と図21(b)のように電子ビーム露光用パターンと光露光用パターンとに分割した。

【0075】次にステップ173にて、図21(a)の電子ビーム露光によるパターンに対して、第1の実施の形態と同様にしてモンテカルロシミュレーションを行ない、ステップ114にて、照射電子ビームに対する潜像の計算を行なった。この時の電子ビーム照射量は $28\mu C/cm^2$ 一定とした、その結果、図22(a)のような蓄積エネルギー分布が計算された。

【0076】ステップ175にて、図21(b)のようなレジストパターンを得るために、同一の形状の光露光用マスクを用いたとして、第3の実施の形態のステップ134及び135と同じ条件でのレジスト中の潜像分布を計算し、図22(b)のような光露光による蓄積エネルギー分布を計算した。この時の光照射量は $20mJ/cm^2$ とした。

【0077】ステップ176にて、上記したステップ174および175で計算された電子ビーム露光によるものと、光露光によるものの2つの蓄積エネルギー分布を足し合わせた。この時は両者のずれは考えず、設計通りの位置に電子ビームの照射が行なえたものとした。その結果、図23に示すレジスト中の蓄積エネルギー分布を計算することができた。ステップ177にて、閾値モデルによる現像計算を行なって、図24のようなレジストパターンを得た。

【0078】ステップ178にて、図24のレジストパターンのうち、図25(a)のように光露光による部分を縦方向に10分割し、それぞれの位置(A, B, … J)でのパターンの幅を測定したところ、図25(b)

のような電子ビーム露光パターンからの距離に対する光露光パターンの所望寸法からのずれの関係を得ることができた。

【0079】ステップ179にて、ステップ178で測定された10箇所すべての寸法が、所望の寸法の±10%以内であれば、ステップ175で用いた光露光用マスクの寸法が適切なものとして得られる。

【0080】ステップ180にて、図25(b)の結果をもとに、測定したそれぞれの位置のマスクパターンの幅を増減し、図26のような寸法補正された光露光用マスクを得ることができた。

【0081】ステップ175から180を繰り返して計算し、電子ビーム露光の影響を考慮した光露光用マスク寸法の補正を行なうことができた。

【0082】本実施の形態によれば、これまでマスク寸法の補正是光学像の計算結果からのみ行われていたが、近接する電子ビーム露光の影響を考えた寸法補正を行なうことができるようになり、電子ビーム露光と光露光とを同一レジスト層で行なう場合に最適なマスクパターンを生成することができる。

【0083】尚、上記第1及び第2の実施の形態によれば、CPショットつなぎについて説明したが、本発明は他のビームつなぎ、例えばフィールドつなぎやショットつなぎの解析にも用いることができ、同様の効果を得ることができる。

【0084】また、上記実施の形態では、CP型電子ビーム露光装置を用いたが、本発明を他の電子ビーム露光装置、例えば、可変形型電子ビーム露光装置や丸ビーム型露光装置に適用して同様の効果を得ることができること。

【0085】更に、上記第3、第4の実施の形態では、光露光装置として、KrF露光装置を用いたが、その他、ArF、i線、g線露光装置でもよく、同様の効果がある。

【0086】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、請求項1から請求項4の発明によれば、電子ビームのつなぎを考慮したパターンを設計するための高精度のパターン評価方法を得ることができる。

【0087】請求項5から請求項7の発明によれば、同一レジスト層に電子ビーム露光と光露光を用いてパターンを形成する際に、光露光と電子ビーム露光のパターン位置のずれの影響を評価することができ、この評価を用いて高精度のパターンを得ることができる。

【0088】請求項8から請求項10の発明によれば、電子ビームによるK-FDパターンへの近接効果の影響を評価することができ、この評価を用いて精度の高いパターンを得ることができること。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパターン評価方法の第1の実施の形態

BEST AVAILABLE CO.

を説明するフローチャートである。

【図2】化学增幅型ポジレジストの構成物質及びそれらの物理値を示した表団である。

【図3】原子に関するデータを一覧とした表団である。

【図4】リソグラフィー対象のレジストおよび基板から成る試料の分割を説明する斜視図である。

【図5】第1の実施例で計算を行ったCPパターン例を示した図である。

【図6】図5のCPパターンの照射時の電子ビームプロファイルを示す図である。

【図7】レジスト層表面の蓄積エネルギーの平面分布を示した図である。

【図8】隣接するCPパターン分布の蓄積エネルギーの平面分布を示した図である。

【図9】重ね合わせた2つのCPパターン領域における現像計算後のレジスト表面の形状を示した平面図である。

【図10】電子ビームの照射量に対する許容されるずれ量の範囲を示した特性図である。

【図11】本発明のパターン評価方法の第2の実施の形態を説明するフローチャートである。

【図12】第2の実施の形態を用いるEID関数の概念を示した模式図である。

【図13】本発明のパターン評価方法の第3の実施の形態を説明するフローチャートである。

【図14】電子ビーム露光部と光露光部から構成されている照射パターン例を示した平面図である。

【図15】図14で示した照射パターン例を露光ビーム露光部と光露光部に分割したパターン例を示した平面図である。

【図16】図15に示した分割パターンをショットのずれ量を考慮して足し合わせた例を示した平面図である。

【図17】図16のように重ね合わせたパターンの蓄積エネルギー分布を示した平面図である。

【図18】図17に示した蓄積エネルギー分布に対して現像結果を行なったときのレジストパターンを示した平面図である。

【図19】本発明のパターン評価方法の第4の実施の形態を説明するフローチャートである。

【図20】第4の実施の形態で用いる光及び電子ビームの照射パターン例を示した平面図である。

【図21】図20に示した照射パターンを電子ビーム露光部と光露光部に分割した例を示した平面図である。

【図22】図21に示した2つのパターン例のレジスト中の蓄積エネルギー分布を示した平面図である。

【図23】図22に示した2つの蓄積エネルギー分布を足し合わせて合成した蓄積エネルギー分布を示した平面図である。

【図24】図23で示した蓄積エネルギー分布から閾値モデルを用いて現像計算してレジストパターン例を示し

た平面図である。

【図25】図24に示したレジストパターンのレジストパターン幅の測定及び測定したパターン幅と測定位置との関係を示した図である。

【図26】光露光部に用いるマスク形状の補正パターン例を示した平面図である。

【図27】従来の電子ビーム露光におけるショットの重なりによる現像後のレジストパターンの形状への影響を示した模式図である。

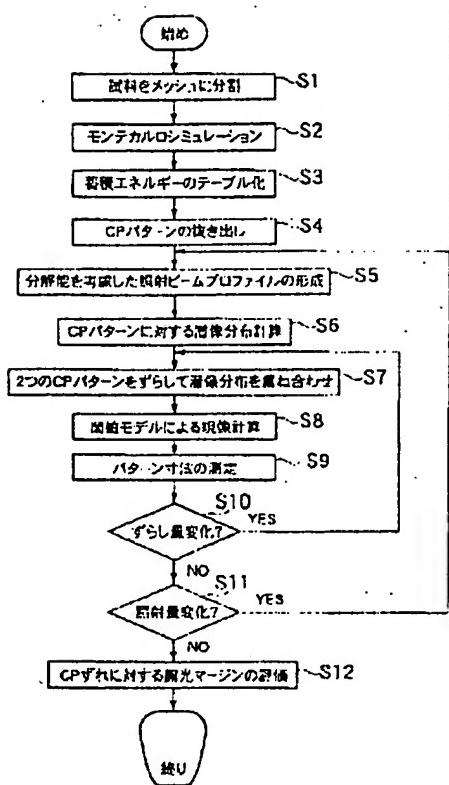
【図28】第1の実施例で用いたレジストのドーズ量に対する溶解速度を示す図である。

【符号の説明】

- 1 電子ビーム露光パターン
- 2 現像後のレジストパターン
- 3 分割した一つのメッシュ(一辺5nmの立方体)
- 4 レジスト(厚さ0.5μm)
- 5 シリコン基板
- 6 CPエリア(1μm角)
- 7 電子ビーム照射部
- 8 照射ビームの分解能
- 9 照射ビームのピーク値
- 10 照射ビームパターンの幅をきめるピーク値の50%の照射量
- 11 電子線露光による蓄積エネルギーの等高線
- 12 隣接するCPエリア
- 13 CPのずれ量(重なる方向に+にとり、離れるところに-とする)
- 14 現像後のレジストパターン
- 15 2つのCPエリアの中央の部において測定するレジストパターンの幅
- 20 レジスト中ある深さの平面における蓄積エネルギーの分布(EID関数)
- 21 EID関数に対する前方散乱の影響
- 22 EID関数に対する後方散乱の影響
- 23 電子ビーム露光パターン
- 24 光露光パターン
- 25 電子ビーム露光パターンと光露光パターンのずれ量
- 26 電子ビーム露光及び光露光を重ね合わせたレジスト中のエネルギー分布の等高線
- 27 現像後のレジストパターンの幅の測定位置
- 28 現像後のレジストパターン
- 29 光露光部を縦方向に10分割した位置で測定するレジストパターンの幅
- 30 ドーズ量(電子ビーム照射量)
- 31 溶解速度
- 32 本実施例で用いたレジストの標準的なドーズ量
- 33 上記32の電子ビーム照射量におけるずれ量の許容範囲

BEST AVAILABLE COPY

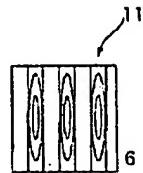
【図1】



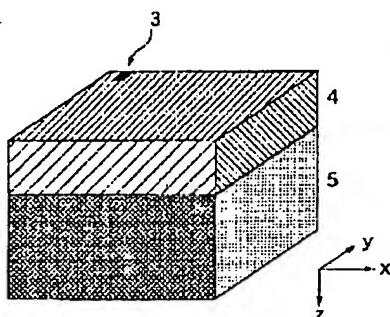
【図2】

ベース樹脂	ポリビニルフェノール
発泡剤	トリフェニル・スルfonyium・トリフレート
成形抑制剤	ターシャル・ブチル・カルボニルメタル基
密度	1.40g/cm ³ (シリコン基板上に浸漬状態)
原子分率(w%)	
C	87.148
O	8.840
H	3.876
S	0.0193
F	0.0167

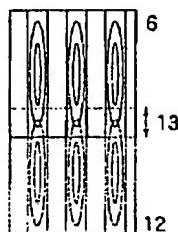
【図7】



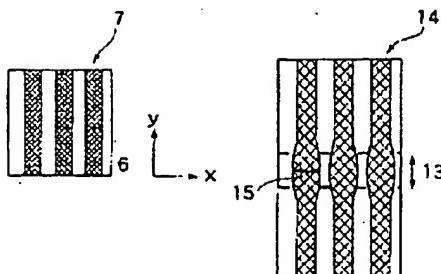
【図4】



【図8】



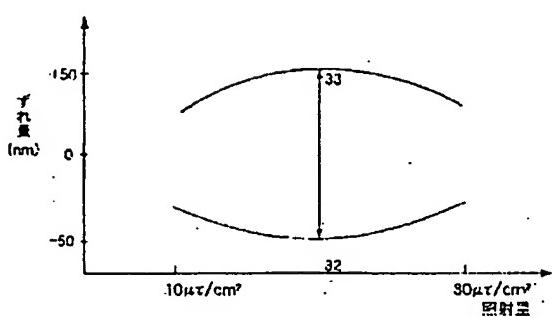
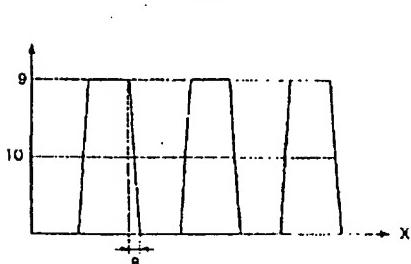
【図5】



【図9】

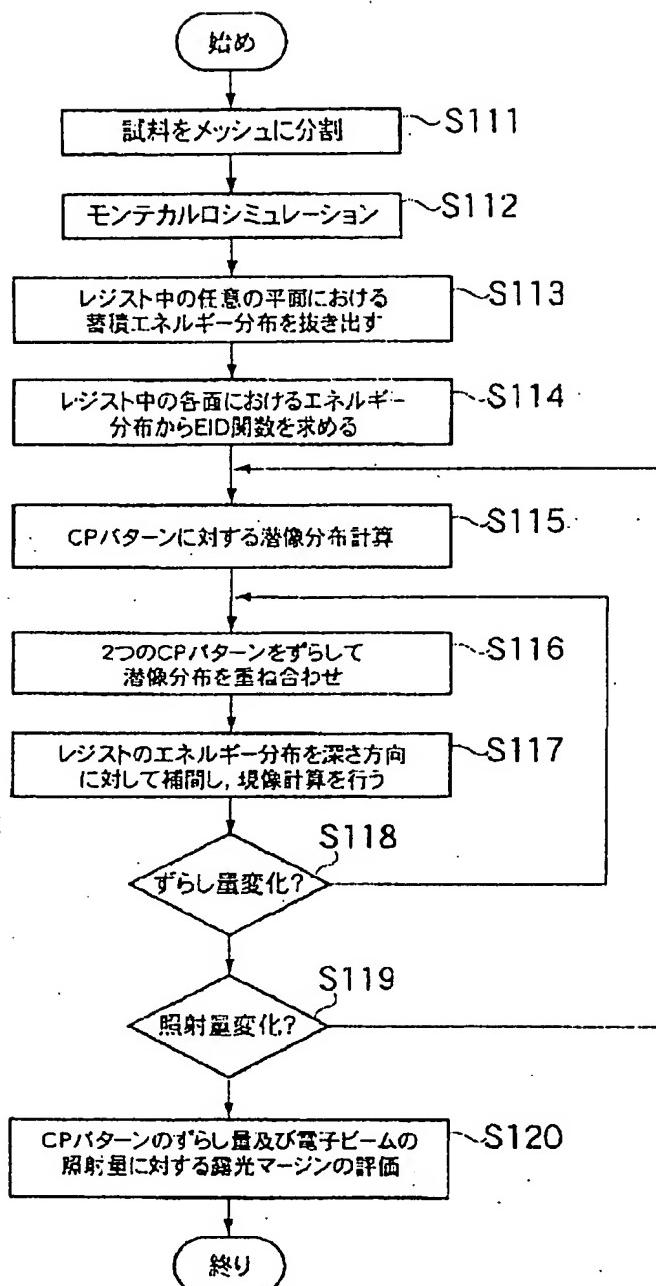
原子	質量数	内部軌道数	核電子数	軌道	電子数	拘束エネルギー(eV)
C	12.011	1	4	1s	2	0.284
H	1.00794	0	1	—	—	—
O	15.994	1	8	1s	2	0.532
F	18.9984	1	7	1s	2	0.685
S	32.066	3	6	1s	2	2.472
				2s	2	0.229
				2p	6	0.165
Si	28.0855	3	4	1s	2	1.839
				2s	2	0.140
				2p	6	0.099

【図3】

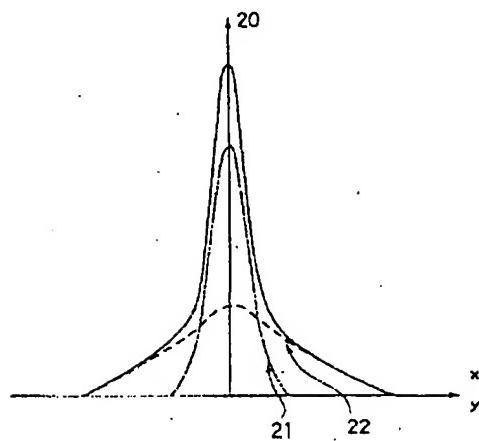


BEST AVAILABLE COPY

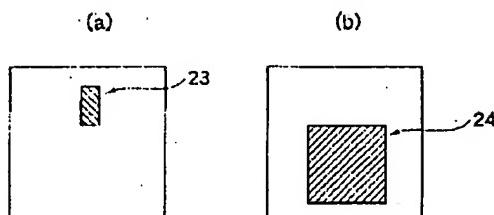
【図11】



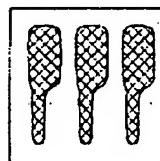
【図12】



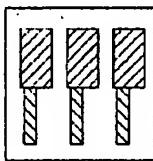
【図15】



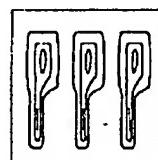
【図24】



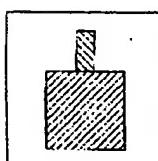
【図20】



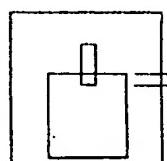
【図23】



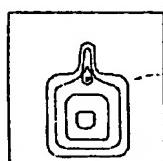
【図14】



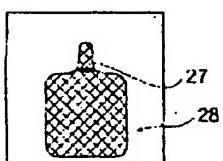
【図16】



【図17】

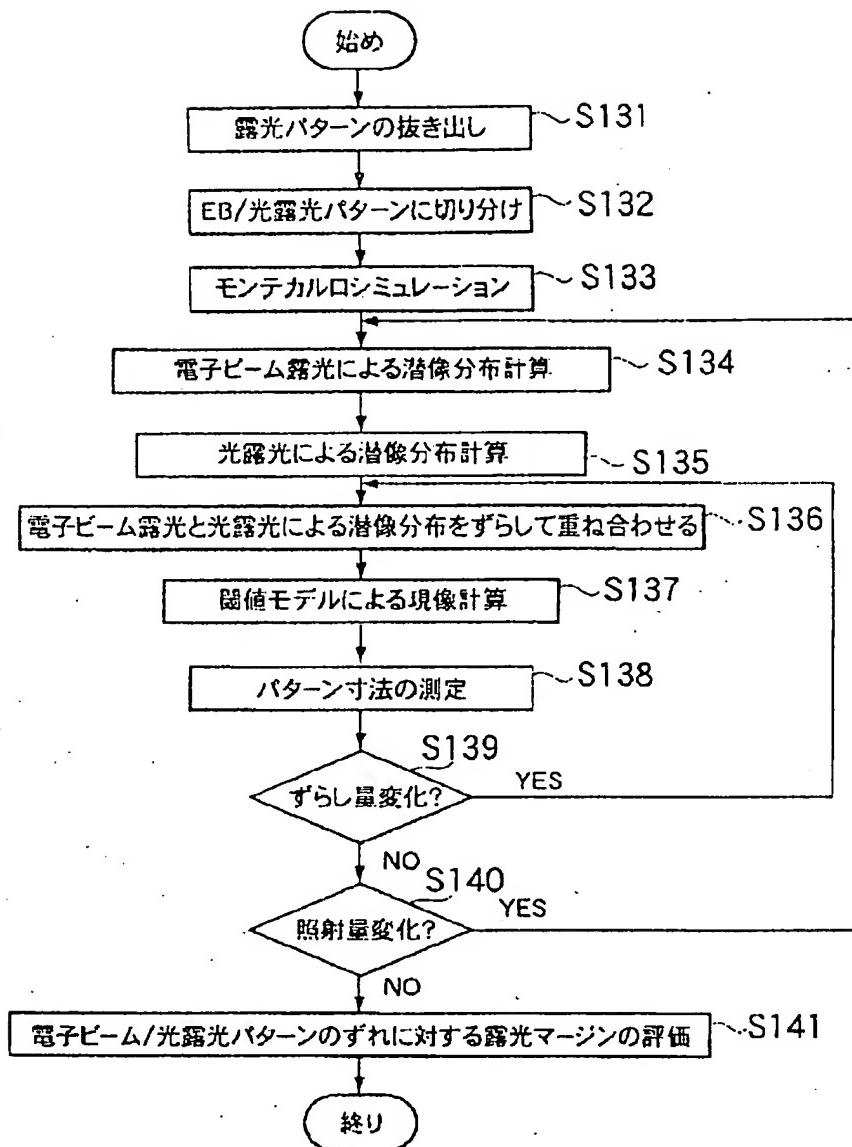


【図18】

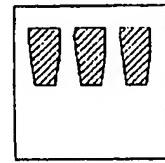


BEST AVAILABLE COPY

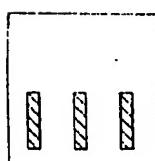
【図13】



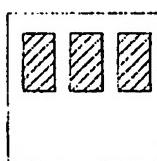
【図26】



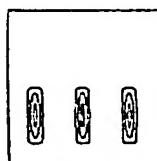
【図21】



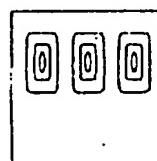
(b)



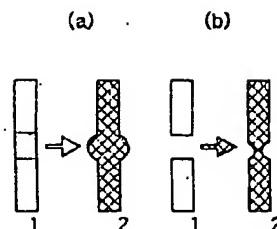
(a)



(b)

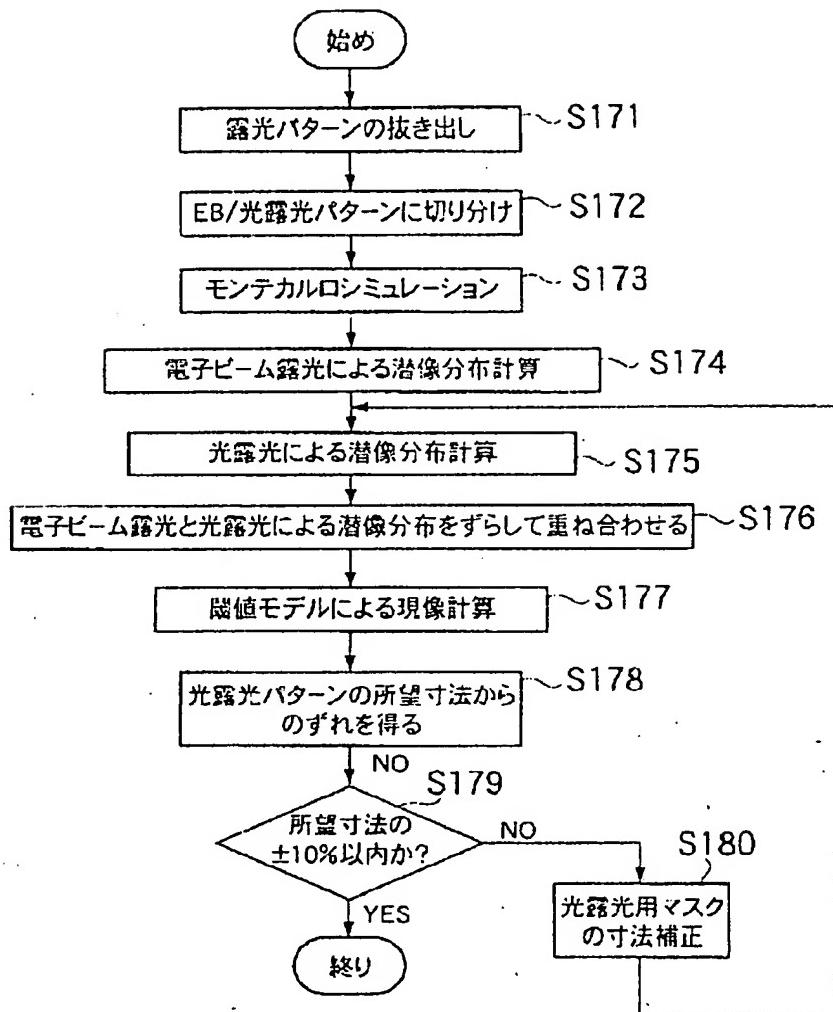


【図27】

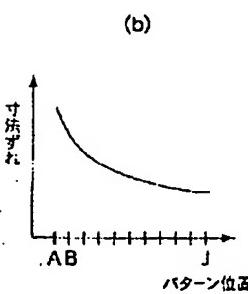
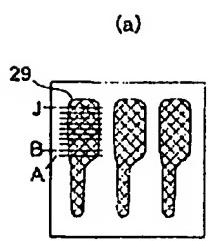


BEST AVAILABLE COPY

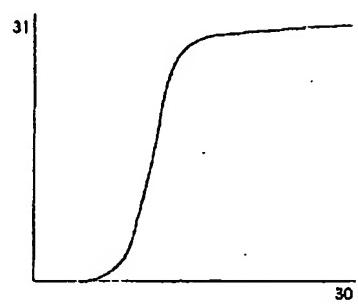
【図19】



【図25】



【図28】



BEST AVAILABLE COPY

(14) 2000-12426 (P2000-1244

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F067 AA21 AA54 BB04 CC16 CC17
HH06 KK06 KK07 MM02 RR04
2H097 BB01 CA16 LA10
4M106 AA20 AD11 BA20 CA39
5F056 AA06 AA31 CA02 CA05 CA07
CA30 CC07 CC12 CC13 CD11
CD13

BEST AVAILABLE COPY